

ФОРМИРОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ СПЛАВА ВТ18У ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Гадеев Д.В.¹, Попова М.А.¹, Карабаналов М.С.¹, Волков А.В.²

Руководители – проф., д.т.н. Попов А.А.¹, доц., к.т.н. Илларионов А.Г.¹

¹ ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

² ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», г. Верхняя Салда, Россия
Illarionovag@mail.ru, dr.kruft@gmail.com

Сложнолегированный псевдо- α -титановый сплав ВТ18У (Ti-6,5Al-2,5Sn-4Zr-1Nb-0,7Mo-0,15Si) является, среди используемых в настоящее время сплавов титана, наиболее жаропрочным отечественным сплавом.

Материалом для исследования служили прутки из сплава, полученные на ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» диаметром 21 мм после прокатки в однофазной β -, а затем двухфазной ($\alpha+\beta$)- областях. Охлаждение прутков после прокатки проходило на воздухе. Температура полного полиморфного ($T_{\text{пп}}$) превращения исследованной плавки, определенная методом пробных закалок, составляет 1015 °С.

В ходе исследования образцы сплава нагревались до различных температур в интервале $T_3 = T_{\text{пп}} - 100 \dots T_{\text{пп}} + 20$ °С, выдерживались при температуре нагрева в течение 1 часа, а затем закаливались в воду. После этого проводилось кратковременное старение $\tau_{\text{ст}} = 1$ час при температурах $T_{\text{ст}} = 550 \dots 700$ °С.

При определении фазового состава образцов методом РСФА использовалось K_{β} -излучение меди для того, чтобы исключить появление дублетов на дифрактограммах.

Формируемая при закалке с температур двухфазной ($\alpha+\beta$)-области микроструктура состоит из первичной α -фазы пластинчатой морфологии и α' -мартенсита. Закалка из однофазной области приводит к получению α' -мартенсита и незначительного количества остаточной β -фазы, которая оптическим методом не обнаруживается.

Фазовый состав сплава был определен методом РСФА. На рис. 1 представлены участки дифрактограмм в координатах $\lg(J) = f(2\theta)$ сплава ВТ18У, закаленного с различных температур.

Анализ этих участков позволят выделить линии первичной α -фазы от плоскостей (002) и (101) соответственно, кроме того наблюдается несимметричность обоих пиков, особенно наиболее интенсивного – от плоскости (101). Несимметричность указанных пиков в области меньших углов, очевидно, вызвана линиями (002) и (101) α' -мартенсита.

Кроме того, в диапазоне углов $38,5 \dots 39,0^\circ$ видна линия, характерная по положению для сверхструктурной линии (102) фазы α_2 на основе интерметаллида Ti_3Al . Возможность упорядочения α -фазы в близких по

химическому составу к ВТ18У закаленных титановых сплавах, подтверждается рядом публикаций других исследователей.

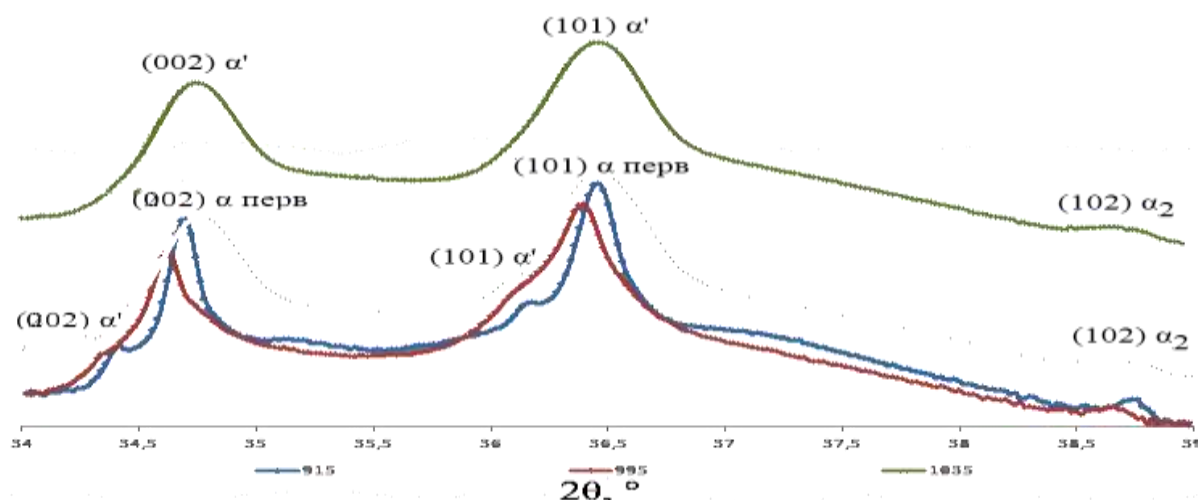


Рисунок 1. Участки дифрактограмм закаленного с различных температур сплава ВТ18У

Происхождение «затяга» на кривой интенсивностей в интервале углов $36,75...38,5^\circ$ связано, на наш взгляд, с тем, что формируемая при нагреве и выдержке структура является недостаточно гомогенной по химическому составу, в частности существуют области с различным содержанием алюминия, олова и циркония.

Необходимо отметить, что остаточная β -фаза методом РСФА не была обнаружена, что можно объяснить ограниченной чувствительностью метода.

Влияние старения было изучено на образцах сплава, закаленного с температуры 915°C ($T_{\text{пл}} - 100$). Результаты РСФА приведены на рис. 2. Зависимость кристаллографических характеристик основных фаз от температуры старения на рис. 3.

При температуре нагрева 650°C отношение периодов решетки первичной α -фазы, а также период β -фазы являются минимальными. Практически все легирующие элементы повышают отношение периодов α -фазы и понижают период β -фазы. Исключение составляют цирконий и олово – радиус атома данных элементов больше, чем у титана, и они увеличивают период β -фазы. Исходя из этого, можно предположить, что при температуре 650°C содержание алюминия в первичной α -фазе, а олова и циркония в β -фазе – минимально.

Данная гипотеза также подтверждается приведенной на рис. 4 зависимостью отношения периодов с/а интерметаллидной α_2 -фазы. Видно, что при температуре нагрева 650°C наблюдается максимум, что свидетельствует, исходя из ранее проведенных исследований, о наиболее

высоком содержании алюминия, циркония и олова в α_2 -фазе. Кроме того, по увеличению интенсивности линии (102) α_2 -фазы (рис. 2) можно судить о максимальной объемной доле интерметаллидной фазы в сплаве при температуре нагрева 650 °С.

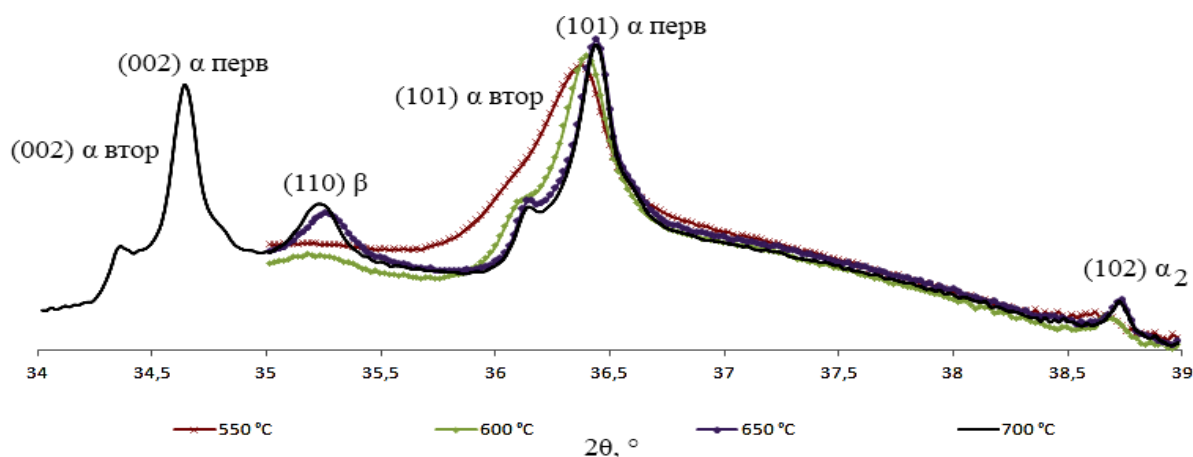
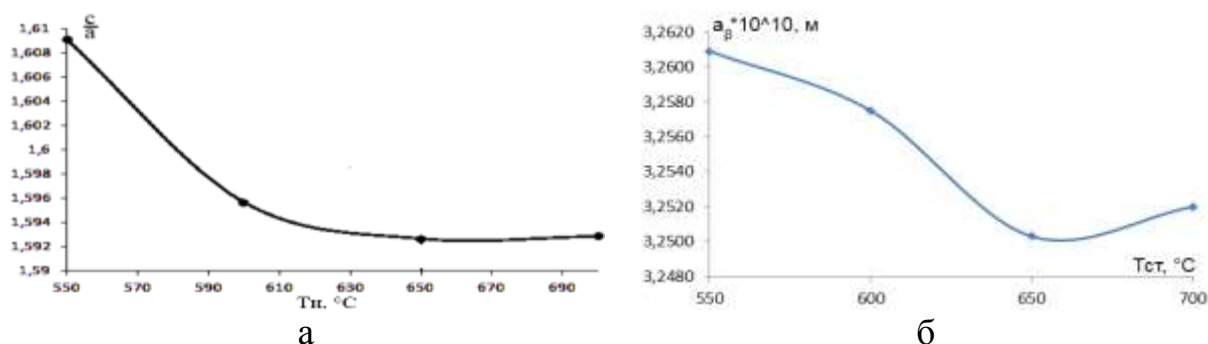


Рисунок 2. Участки дифрактограмм состаренного при различных температурах сплава VT18У ($T_3=915$ °С)



а – c/a первичной α -фазы; период «а» β -фазы
Рисунок 3. Кристаллографические характеристики основных фаз в сплаве после старения при различных температурах

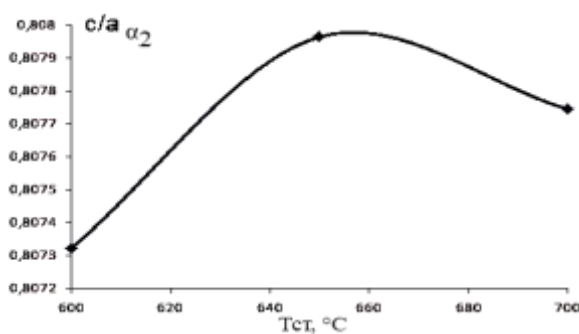


Рисунок 4. Влияние температуры старения на отношение периодов c/a_{α_2} -фазы

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (10-03-96073-р_урал_а).